

#2

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

Jc714 U.S. PTO
09/583521
05/31/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 9 年 6 月 1 8 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 1 7 2 7 7 2 号

出 願 人
Applicant (s):

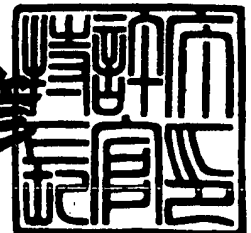
オリンパス光学工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 0 年 4 月 2 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 A009902633

【提出日】 平成11年 6月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04N 9/31

【発明の名称】 色再現システム

【請求項の数】 4

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学工業株式会社内

 【氏名】 大澤 健郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000000376

 【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

 【識別番号】 100084618

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

 【識別番号】 100068814

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100952

【弁理士】

【氏名又は名称】 風間 鉄也

【選任した代理人】

【識別番号】 100097559

【弁理士】

【氏名又は名称】 水野 浩司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602409

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 色再現システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

カラー撮影手段と、

前記カラー撮影手段により被写体を撮影して得られた被写体撮影信号、前記カラー撮影手段の分光感度、等色関数、撮影照明光のスペクトル、観察照明光のスペクトルおよび被写体の分光反射率の統計データから、観察照明光下における被写体の三刺激値を推定する色推定手段とからなる色再現システムにおいて、

前記色推定手段は、前記被写体撮影信号に応じて前記統計データを切り替えて使用することを特徴とする色再現システム。

【請求項 2】

カラー撮影手段と、

前記カラー撮影手段により複数の分光反射率が既知の対象物を撮影して得られた対象物撮影信号、前記カラー撮影手段により被写体を撮影して得られた被写体撮影信号、被写体の分光反射率の統計データおよび観察照明光のスペクトルから、観察照明光下における被写体の三刺激値を推定する色推定手段とからなる色再現システムにおいて、

前記色推定手段は、前記被写体撮影信号に応じて前記統計データを切り替えて使用することを特徴とする色再現システム。

【請求項 3】

前記色推定手段は、分光反射率の統計を算出するための分光反射率データと前記被写体撮影信号との関係に基づいて前記統計データを切り替えて使用することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の色再現システム。

【請求項 4】

前記色推定手段は、前記対象物撮影信号と対象物の分光反射率との対応関係から求められた被写体の分光反射率の統計データを算出するための分光反射率データと前記被写体撮影信号との対応関係に基づいて前記統計データを切り替えて使用することを特徴とする請求項 2 記載の色再現システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタルカメラのようなカラー撮影装置により被写体を撮影して得られた撮影信号から被写体の色を推定するカラー画像処理装置を有する色再現システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタルカメラのようなカラー撮影装置により被写体を撮影して得られたカラー画像データから、所定の照明光下における被写体の色情報を推定する方法として、特開平 1 1 - 8 5 9 5 2 に開示されているように、被写体の分光反射率の基底関数や相関行列などの被写体に関する先見情報を用いる方法が提案されている。このように被写体の分光反射率の基底関数や相関行列を用いることにより、撮影時の撮影照明光と観察時の観察照明光とが異なっても、高精度に色推定を行って色再現を行うことが可能となる。

【0003】

この従来の色再現システムでは、色推定のための情報としてカラー撮影装置の分光感度、撮影照明光スペクトルおよび観察照明光スペクトルを用いているが、従来ではこれらのデータは高価な分光計等の測定器を用いて測定することにより得られており、そのためシステムを簡便にすることができなかった。

【0004】

一方、特開平 1 1 - 9 6 3 3 3 には、被写体の撮影と同時もしくは同一条件で分光反射率が既知の色票等の対象物を撮影することにより得られた対象物撮影信号を利用することにより、カラー撮影装置の分光感度や撮影照明光スペクトルの測定データを用いずに、所定の照明光下における被写体の色情報を推定する方法が開示されている。この方法によると、カラー撮影装置の分光感度を予め測定する必要がなく、撮影時に撮影照明光のスペクトルを分光計により測定する必要もなくなるため、システムを簡便にすることができる。

【0005】

例えば、病院Aにおいてデジタルカメラにより患者の顔色と同時に所定の色票を撮影して病院Bにそれらの画像データを伝送し、患者の顔色を病院Bの観察照明光下に患者がいた場合の色に変換してモニタ等に表示することができる。このようなシステムとすることにより、撮影側である病院Aには分光計等の高価な測定器が不要となり、簡便に正確な色再現を行うためのデータが得られる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上述したような被写体の先見情報を用いて照明の色変換を行う色再現システムにおいて、被写体の色を正確に推定するためには、カラー撮影装置が被写体の分光反射率の基底関数以上の独立した分光感度を有することが条件となる。人肌の分光反射率は、3個の基底関数の線形和により高精度に表すことができることが知られているが、一般に自然界の物体全ての分光反射率を表すためには、より多くの基底関数が必要になると考えられる。そのため、通常の赤（R）、緑（G）、青（B）の3バンドのデジタルカメラにより、簡便かつ高精度に色再現を行うためには、被写体が3つの基底関数により近似可能な分光反射率を持つ対象物に限定されてしまうという問題点があった。

【0007】

本発明は、限られたバンド数のカラー撮影装置を用いて多様な被写体の色を高精度に推定して再現できる色再現システムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明はカラー撮影手段と、このカラー撮影手段により被写体を撮影して得られた被写体撮影信号、カラー撮影手段の分光感度、等色関数、撮影照明光のスペクトル、観察照明光のスペクトルおよび被写体の分光反射率の統計データから、観察照明光下における被写体の三刺激値を推定する色推定手段とからなる色再現システムにおいて、色推定手段は被写体撮影信号に応じて被写体の分光反射率の統計データを切り替えて使用することを特徴とする。

【0009】

より具体的には、色推定手段は分光反射率の統計データを算出するための分光

反射率データと被写体撮影信号との関係に基づいて、被写体の分光反射率の統計データを切り替えて使用する。

【0 0 1 0】

このように構成された色再現システムでは、被写体の分光反射率の統計データを用いて被写体の三刺激値を推定する色推定に際して、統計データを被写体撮影信号に応じて切り替えることによって、全ての撮影信号に対して同一の統計データを用いる場合と比較して、より高精度な色推定が可能となる。

【0 0 1 1】

また、本発明はカラー撮影手段と、このカラー撮影手段により複数の分光反射率が既知の対象物を撮影して得られた対象物撮影信号、カラー撮影手段により被写体を撮影して得られた被写体撮影信号、被写体の分光反射率の統計データおよび観察照明光のスペクトルから、観察照明光下における被写体の三刺激値を推定する色推定手段とからなる色再現システムにおいて、色推定手段は被写体撮影信号に応じて被写体の分光反射率の統計データを切り替えて使用することを特徴とする。

【0 0 1 2】

ここで、色推定手段は上述と同様に被写体の分光反射率の統計データを算出するための分光反射率データと被写体撮影信号との関係に基づいて統計データを切り替えて使用する。分光反射率データと被写体撮影信号との対応関係は、対象物撮影信号と対象物の分光反射率との対応関係から求められる。

【0 0 1 3】

この色再現システムでは、カラー撮影手段の分光感度と等色関数と撮影照明光のスペクトルと観察照明光のスペクトルおよび被写体の分光反射率の統計データとから観察照明光下における被写体の三刺激値を推定する色推定に際して、被写体撮影信号に近い信号値を与える被写体の分光反射率データから統計データを算出することによって、より高精度な色推定が可能となる。

【0 0 1 4】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 に、本発明の第 1 の実施形態に係る色再現システムの構成を示す。この色再現システムは、カラー撮影手段としてのデジタルカメラ 1、色推定機能を有するカラー画像処理装置 2 および CRT モニタ 3 から構成されている。

【0015】

デジタルカメラ 1 は赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の 3 バンドを有し、被写体を撮影して各画素 3 チャンネルの撮影画像データ (被写体撮影信号) をカラー画像処理装置 2 へ出力する。各チャンネルの撮影画像データは、1 バイト (0 ~ 255) の信号値を持つ。カラー画像処理装置 2 は、入力された撮影画像データを CRT モニタ 3 での表示に適したモニタ入力信号に変換して CRT モニタ 3 へ出力する。CRT モニタ 3 上には、被写体像がカラー画像として表示される。

【0016】

カラー画像処理装置 2 は色変換装置 11、LUT データ記憶装置 12、LUT データ算出装置 13 および特性データ記憶装置 14 から構成されている。

【0017】

以下、カラー画像処理装置 2 の各部について詳細に説明すると、まず色変換装置 11 は、デジタルカメラ 1 から入力された撮影画像データの RGB 値をアドレスとして LUT データ記憶装置 12 内のルックアップテーブル (LUT) データ $R' G' B'$ を参照し、これらの LUT データ $R' G' B'$ をモニタ入力信号として CRT モニタ 3 へ出力する。

【0018】

LUT データ記憶装置 12 には、LUT データ算出装置 13 により算出された LUT データが予め記憶されている。LUT データは撮影画像データの全ての信号値に対応するモニタ入力信号、すなわち 256^3 の $R' G' B'$ からなる。 $R' G' B'$ は、各チャンネル 1 バイトのデータである。

【0019】

LUT データ算出装置 13 は、特性データ記憶装置 14 からデジタルカメラ 1 の分光感度 (以下、デジタルカメラ分光感度という)、撮影照明光スペクトル、観察照明光スペクトル、等色関数、被写体分光反射率データベースおよびモ

ニタプロファイルのデータを入力し、これらのデータを用いてLUTデータを算出する。特性データ記憶装置14に記憶されているデジタルカメラ分光感度、撮影照明光スペクトル、観察照明光スペクトル、等色関数、被写体分光反射率データベースおよびモニタプロファイルの各データは、次のように構成されている。

【0020】

まず、デジタルカメラ分光感度のデータは、380nm～780nmの波長領域において1nm間隔で設定されたR、G、Bの各色に対するデジタルカメラ1の分光感度を表す感度データ $r(\lambda)$ 、 $g(\lambda)$ 、 $b(\lambda)$ からなる。

【0021】

撮影照明光スペクトル及び観察照明光スペクトルのデータは、それぞれ380nm～780nmの波長領域において1nm間隔で設定された撮影照明光スペクトル及び観察照明光の光強度データ $E_m(\lambda)$ 、 $E_o(\lambda)$ からなる。

【0022】

等色関数のデータは、CIEの規定する2度視野等色関数 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$ であり、380nm～780nmの波長領域において1nm間隔でデータを持つように補間されたデータとなっている。

【0023】

被写体分光反射率データベースは、自然界の物について測定された多数の分光反射率データの集合である。図2は、被写体反射率データベースの例であり、各分光反射率データ $f_i(\lambda)$ ($i=1\sim1000$)は380nm～780nmの波長領域において1nm間隔で分光反射率のデータを持ち、登録番号*i*によりそれぞれ管理されている。被写体分光反射率データベースに登録されている分光反射率データ $f_i(\lambda)$ は、例えば植物、岩石、人肌、色票、絵画、染料、顔料など、デジタルカメラ1により撮影される対象物のデータが含まれる。ここでは、対象物の数は1000としたが、必要に応じてデータの追加も可能であり、登録データ数は任意である。

【0024】

モニタプロファイルは、マトリクスMと階調補正データTとからなる。マトリ

クスMは、C R Tモニタ3の入力信号(2 5 5, 0, 0)、(0, 2 5 5, 0)、(0, 0, 2 5 5)における表示色のX Y Z三刺激値であるX_rY_rZ_r、X_gY_gZ_g、X_bY_bZ_bを要素とする行列

【0 0 2 5】

【数 1】

$$M = \begin{pmatrix} x_r x_g x_b \\ y_r y_g y_b \\ z_r z_g z_b \end{pmatrix}$$

【0 0 2 6】

である。階調補正データは、C R Tモニタ3のR G B各入力信号に対する出力輝度の関係を与えるテーブルデータ γ_r (R)、 γ_g (G)、 γ_b (B)であり、それぞれ最大値は1に正規化されている。

【0 0 2 7】

図3に、L U Tデータ算出装置1 3の構成を示す。このL U Tデータ算出装置1 3はデータベース撮影信号算出装置2 1、データベース撮影信号記憶装置2 2、サンプルデータ算出装置2 3および色変換L U T算出装置2 4から構成されている。データベース撮影信号算出装置2 1では、図1の特性データ記憶装置1 4からデジタルカメラ分光感度、撮影照明光スペクトル、被写体分光反射率データベースの全データを読み込み、被写体分光反射率データベースにおける各分光反射率データ $f_i(\lambda)$ について、撮影信号R_iG_iB_iの値を算出する。撮影信号R_iG_iB_iの値は、次式

【0 0 2 8】

【数 2】

$$R_i = \int_{\lambda=380}^{780} r(\lambda) E_m(\lambda) E_i(\lambda) d\lambda$$

$$G_i = \int_{\lambda=380}^{780} g(\lambda) E_m(\lambda) E_i(\lambda) d\lambda$$

$$B_i = \int_{\lambda=380}^{780} b(\lambda) E_m(\lambda) E_i(\lambda) d\lambda$$

【0 0 2 9】

によって推定される。これらの撮影信号 $R_i G_i B_i$ の値は、図 4 に示すように対応する分光反射率データ $f_i(\lambda)$ の登録番号 i と共にデータベース撮影信号記憶装置 2 2 に記憶される。サンプルデータ算出装置 2 3 では、次式で定める所定のサンプル撮影信号 $R_s G_s B_s$ からの距離 D_i が小さい順に 1 0 個の撮影信号 $R_i G_i B_i$ を選択し、その登録番号 i とサンプル撮影信号 $R_s G_s B_s$ を色変換 LUT 算出装置 2 4 へ出力する。

【0 0 3 0】

【数 3】

$$D_i = \sqrt{(R_s - R_i)^2 + (G_s - G_i)^2 + (B_s - B_i)^2}$$

【0 0 3 1】

図 5 に、サンプル撮影信号 $R_s G_s B_s$ とその最近傍 1 0 個の撮影信号 $R_i G_i B_i$ の選択の概念図を示した。+印がサンプル撮影信号 $R_s G_s B_s$ であり、黒丸が最近傍 1 0 個の撮影信号 $R_i G_i B_i$ である。

【0 0 3 2】

図 6 に、色変換 LUT 算出装置 2 4 の構成を示す。この色変換 LUT 算出装置 2 4 は相関行列算出装置 3 1、三刺激値算出装置 3 2、モニタ入力信号算出装置 3 3 およびデータ補間装置 3 4 から構成されている。図 3 のサンプルデータ算出装置 2 3 において選択された 1 0 個の撮影信号 $R_i G_i B_i$ の登録番号 i は、相関行列算出装置 3 1 に入力される。相関行列算出装置 3 1 では、登録番号 i の被写

体分光反射率データを被写体分光反射率サンプルデータとして図 1 の特性データ記憶装置 1 4 から入力し、それらの相関行列 A

【0 0 3 3】

【数 4】

$$A = \begin{pmatrix} \langle f_i(380)f_i(380) \rangle & \langle f_i(380)f_i(381) \rangle & \dots & \langle f_i(380)f_i(780) \rangle \\ \langle f_i(381)f_i(380) \rangle & \langle f_i(381)f_i(381) \rangle & \dots & \langle f_i(381)f_i(780) \rangle \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \langle f_i(780)f_i(380) \rangle & \langle f_i(780)f_i(381) \rangle & \dots & \langle f_i(780)f_i(780) \rangle \end{pmatrix}$$

【0 0 3 4】

を被写体の分光反射率の統計データとして算出する。ここで、 $\langle \rangle$ は 1 0 個の分光反射率データの平均値を表す。

【0 0 3 5】

こうして相関行列算出装置 3 1 で算出された相関行列 A は、三刺激値算出装置 3 2 に出力される。三刺激値算出装置 3 2 は、相関行列算出装置 3 1 から入力された相関行列 A、図 1 の特性データ記憶装置 1 4 から入力されるデジタルカメラ分光感度、撮影照明光スペクトル、観察照明光スペクトルおよび等色関数の各データとサンプルデータ算出装置 2 3 から入力されるサンプル撮影信号 R s G s B s とから、観察照明光下における被写体の X Y Z 三刺激値を次式により算出する

【0 0 3 6】

【数 5】

$$c = K_1 K_2^{-1} Q$$

【0 0 3 7】

ただし、

【0 0 3 8】

【数 6】

$$C = (XYZ)^t$$

$$Q = (R_s G_s B_s)^t$$

【0 0 3 9】

【数 7】

$$K_1 = \begin{pmatrix} \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} E_o(\lambda) x(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) x(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) b(\lambda) d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} E_o(\lambda) x(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) y(\lambda') d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} E_o(\lambda) x(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) z(\lambda') d\lambda d\lambda' \\ \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} E_o(\lambda) y(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) x(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) b(\lambda) d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} E_o(\lambda) y(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) y(\lambda') d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} E_o(\lambda) y(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) z(\lambda') d\lambda d\lambda' \\ \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} E_o(\lambda) z(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) x(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) b(\lambda) d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} E_o(\lambda) z(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) y(\lambda') d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} E_o(\lambda) z(\lambda) (x_1(\lambda) x_2(\lambda')) E_m(\lambda) z(\lambda') d\lambda d\lambda' \end{pmatrix}$$

【0 0 4 0】

【数 8】

$$K_2 = \begin{pmatrix} \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda) (\varepsilon_1(\lambda) \varepsilon_2(\lambda')) \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda') d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda) (\varepsilon_1(\lambda) \varepsilon_2(\lambda')) \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda') d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda) (\varepsilon_1(\lambda) \varepsilon_2(\lambda')) \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda') d\lambda d\lambda' \\ \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda) (\varepsilon_1(\lambda) \varepsilon_2(\lambda')) \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda') d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda) (\varepsilon_1(\lambda) \varepsilon_2(\lambda')) \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda') d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda) (\varepsilon_1(\lambda) \varepsilon_2(\lambda')) \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda') d\lambda d\lambda' \\ \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda) (\varepsilon_1(\lambda) \varepsilon_2(\lambda')) \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda') d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda) (\varepsilon_1(\lambda) \varepsilon_2(\lambda')) \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda') d\lambda d\lambda' & \int_{\lambda=380}^{780} \int_{\lambda'=380}^{780} \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda) (\varepsilon_1(\lambda) \varepsilon_2(\lambda')) \Sigma_m(\lambda) \tau(\lambda') d\lambda d\lambda' \end{pmatrix}$$

【0 0 4 1】

三刺激値算出装置 3 2 により算出された X Y Z 三刺激値は、モニタ入力信号算出装置 3 3 に出力される。モニタ入力信号算出装置 3 3 では、図 1 の特性データ記憶装置 1 3 から入力されたモニタプロファイルを用いて X Y Z 三刺激値をサンプルモニタ入力信号に変換し、データ補間装置 3 4 に出力する。

【0 0 4 2】

図 7 に、モニタ入力信号算出装置 3 3 の構成を示す。このモニタ入力信号算出装置 3 3 は、マトリクス変換装置 4 1 と階調補正装置 4 2 から構成されている。マトリクス変換装置 4 1 では、図 1 の特性データ記憶装置 1 4 から入力されたモニタプロファイルのマトリクス M を用いて、図 6 の三刺激値算出装置 3 2 から入力された X Y Z 三刺激値を次式により R'' sG'' sB'' s に変換し、これを階調補正装置 4 2 に出力する。

【0 0 4 3】

【数 9】

$$P = M^{-1}C$$

【0 0 4 4】

ただし、

【0 0 4 5】

【数 1 0】

$$P = (R_s' G_s' B_s')^t$$

【0 0 4 6】

階調補正装置 4 2 では、図 1 の特性データ記憶装置 1 4 から入力された階調補正データ $\gamma()$ の逆関数 $\gamma^{-1}()$ を用いて、マトリクス変換装置 4 1 から入力された R'' sG'' sB'' s の階調補正を次式により行い、これをサンプルモニタ入力信号 R' sG' sB' s として図 6 のデータ補間装置 3 4 へ出力する。

【0 0 4 7】

【数 1 1】

$$R'_s = \gamma_r^{-1}(R_s)$$

$$G'_s = \gamma_g^{-1}(G_s)$$

$$B'_s = \gamma_b^{-1}(B_s)$$

【0 0 4 8】

以上の処理を所定のサンプル撮影信号 $R_s G_s B_s$ について行い、サンプルモニタ入力信号 $R'_s G'_s B'_s$ をデータ補間装置 3 4 に記憶する。データ補間装置 3 4 では、サンプル撮影信号 $R_s G_s B_s$ の間の撮影信号の値に対応するモニタ入力信号を補間により求めて、全ての撮影信号値に対応するモニタ入力信号値を持つ LUT データを得る。

【0 0 4 9】

図 8 に、データ補間装置 3 4 の構成を示す。このデータ補間装置 3 4 は、データ記憶装置 5 1 と補間演算装置 5 2 とから構成されている。データ記憶装置 5 1 では、図 3 のサンプルデータ算出装置 2 3 から入力されたサンプル撮影信号とそれに対応する図 6 のモニタ入力信号算出装置 3 3 から入力されたサンプルモニタ入力信号値を記憶する。補間演算装置 5 2 では、全ての撮影信号値について撮影信号近傍のサンプル撮影信号とそれに対応するサンプルモニタ入力信号とから補間演算を行って、撮影信号に対応するモニタ入力信号を求め、これを図 1 の LUT データ記憶装置 1 2 へ出力する。ここで用いる補間方法は任意であり、サンプル撮影信号から補間できない信号値や 0 ～ 255 の範囲とならない信号に対しては、近傍へのマッピング等により置き換えることで対応できる。

【0 0 5 0】

以上のように構成された本実施形態の色再現システムでは、画像処理装置 2 において被写体の分光反射率の統計データ（この例では相関行列 A）を用いて被写体の三刺激値を推定する色推定に際して、デジタルカメラ 1 で被写体を撮影して得られた被写体撮影信号に応じて統計データである相関行列 A を切り替えて使用する、より具体的には分光反射率の統計データを算出するための分光反射率デ

ータ $f_i(\lambda)$ と被写体撮影信号との関係に応じて相関行列 A を切り替えて使用することによって、全ての被写体撮影信号に対して同一の統計データを用いる場合と比較して、より高精度な色推定を行うことができる。

【 0 0 5 1 】

(第 2 の実施形態)

図 9 に、本発明の第 2 の実施形態に係る色再現システムの構成を示す。この色再現システムは、カラー撮影手段としてのデジタルカメラ 1、カラー画像処理装置 2'、CRT モニタ 3 および色票 4 から構成されている。色票 4 は、この例では 16 枚の独立な分光反射率を有するパッチ（分光反射率が既知の複数の対象物）から構成されており、各パッチの分光反射率はパッチ内において一定になっている。

【 0 0 5 2 】

デジタルカメラ 1 は赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の 3 バンドを有し、被写体を撮影して各画素 3 チャンネルの撮影画像データ（被写体撮影信号）をカラー画像処理装置 2' へ出力する。各チャンネルの撮影画像データは、1 バイト (0 ~ 255) の信号値を持つ。カラー画像処理装置 2' は、入力された撮影画像データを CRT モニタ 3 での表示に適したモニタ入力信号に変換して CRT モニタ 3 へ出力する。CRT モニタ 3 上には、被写体像がカラー画像として表示される。

【 0 0 5 3 】

カラー画像処理装置 2' は色変換装置 11、LUT データ記憶装置 12、LUT データ算出装置 15 および特性データ記憶装置 16 から構成されている。色変換装置 11 と LUT データ記憶装置 12 は第 1 の実施形態において説明したものと同様なので、説明は省略する。

【 0 0 5 4 】

LUT データ算出装置 15 では、デジタルカメラ 1 により色票 4 を撮影して得られた色票撮影信号と、特性データ記憶装置 16 から入力された観察照明光スペクトル、等色関数、被写体分光反射率データベース、色票分光反射率データおよびモニタプロファイルの各データを用いて LUT データを算出し、LUT デー

タ記憶装置 1 2 に出力する。

【0 0 5 5】

図 1 0 に、LUT データ算出装置 1 5 の構成を示す。この LUT データ算出装置 1 5 は、データベース撮影信号算出装置 6 1、データベース撮影信号記憶装置 6 2、サンプルデータ算出装置 6 3 および色変換 LUT 算出装置 6 4 から構成されている。

【0 0 5 6】

データベース撮影信号算出装置 6 1 は、図 9 のデジタルカメラ 1 から入力された色票撮影信号と、特性データ記憶装置 1 6 から入力された色票分光反射率データとから、被写体分光反射率データベースの各分光反射率の撮影信号を推定する。データベース撮影信号算出装置 6 1 内においては、まずデジタルカメラ 1 から入力された色票撮影信号から、色票 4 の 1 6 枚のパッチに対応する信号の平均信号値データ (R_{ci} , G_{ci} , B_{ci}) ($i = 1 \sim 16$) が予め求められる。被写体分光反射率データベースにおける分光反射率 $f_i(\lambda)$ の撮影信号 ($R_i G_i B_i$) は、次式により求められる。

【0 0 5 7】

【数 1 2】

$$\begin{pmatrix} R_1 \\ G_1 \\ B_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{c1} R_{c2} \dots R_{c16} \\ G_{c1} G_{c2} \dots G_{c16} \\ B_{c1} B_{c2} \dots B_{c16} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ c_{116} \end{pmatrix}$$

【0 0 5 8】

ここで、 c_{ij} は次式で表されるように被写体分光反射率データベースの i 番目の分光反射率 $f_i(\lambda)$ を色票 4 の 1 6 枚の各パッチの分光反射率 $p_j(\lambda)$ ($j = 1 \sim 16$) により展開した場合の展開係数である。

【0 0 5 9】

【数 1 3】

$$f_i(\lambda) = \sum_{j=1}^{16} c_{ij} p_j(\lambda)$$

【0 0 6 0】

データベース撮影信号算出装置 6 1 により算出された撮影信号は、データベース撮影信号記憶装置 6 2 に記憶される。データベース撮影信号記憶装置 6 2 とサンプルデータ算出装置 6 3 は、第 1 の実施形態において説明したものと同様のので、説明は省略する。

【0 0 6 1】

図 1 1 に、色変換 LUT 算出装置 6 4 の構成を示す。この色変換 LUT 算出装置 6 4 は基底関数算出装置 7 1、三刺激値算出装置 7 2、モニタ入力信号算出装置 7 3 およびデータ補間装置 7 4 から構成されている。図 1 0 のサンプルデータ算出装置 6 3 において選択された 1 0 個の撮影信号データの登録番号 i は、基底関数算出装置 7 1 に入力される。

【0 0 6 2】

基底関数算出装置 7 1 は、登録番号 i の被写体分光反射率データを被写体分光反射率サンプルデータとして図 9 の特性データ記憶装置 1 6 から入力し、それらの基底関数 $\rho_k(\lambda)$ ($k = 1 \sim 3$) を被写体の分光反射率の統計データとして求める。基底関数 $\rho_k(\lambda)$ ($k = 1 \sim 3$) は、分光反射率の相関行列の固有ベクトルとして求められる。

【0 0 6 3】

三刺激値算出装置 7 2 では、図 1 0 のサンプルデータ算出装置 6 3 から入力されたサンプル信号 $R_s G_s B_s$ 、図 9 のデジタルカメラ 1 から入力された色票撮影信号 $R(j) G(j) B(j)$ ($j = 1 \sim 16$)、基底関数算出装置 7 1 から入力された基底関数 $\rho_k(\lambda)$ ($k = 1 \sim 3$)、図 9 の特性データ記憶装置 1 6 から入力された観察照明光スペクトル $E_o(\lambda)$ 、等色関数 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$ 、色票分光反射率 $p_j(\lambda)$ ($j = 1 \sim 16$) の各データから、以下のようにして被写体の観察照明光下における XYZ 三刺激値を算出し、モニタ入

力信号算出装置 7 3 に出力する。

【0 0 6 4】

すなわち、三刺激値算出装置 7 2 では被写体の分光反射率 $f(\lambda)$ を算出し、これに基づき次式により観察照明光下における三刺激値 $X Y Z$ を求める。

【0 0 6 5】

【数 1 4】

$$\begin{aligned} X &= \int_{\lambda=380}^{780} x(\lambda) E_o(\lambda) f(\lambda) d\lambda \\ Y &= \int_{\lambda=380}^{780} y(\lambda) E_o(\lambda) f(\lambda) d\lambda \\ Z &= \int_{\lambda=380}^{780} z(\lambda) E_o(\lambda) f(\lambda) d\lambda \end{aligned}$$

【0 0 6 6】

被写体の分光反射率 $f(\lambda)$ は、次式により算出される。

【0 0 6 7】

【数 1 5】

$$\mathbf{F} = \mathbf{B}(\mathbf{QD})^{-1} \mathbf{G}$$

【0 0 6 8】

ただし、

【0 0 6 9】

【数 1 6】

$$\mathbf{F} = (f(380), f(381), \dots, f(780))^t$$

【0 0 7 0】

【数 1 7】

$$B = \begin{pmatrix} \rho_1(380) & \rho_2(380) & \rho_3(380) \\ \rho_1(381) & \rho_2(381) & \rho_3(381) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_1(780) & \rho_2(780) & \rho_3(780) \end{pmatrix}$$

【0 0 7 1】

【数 1 8】

$$Q = \begin{pmatrix} R^{(1)} & R^{(2)} & \dots & R^{(16)} \\ G^{(1)} & G^{(2)} & \dots & G^{(16)} \\ B^{(1)} & B^{(2)} & \dots & B^{(16)} \end{pmatrix}$$

【0 0 7 2】

【数 1 9】

$$D = \begin{pmatrix} d_1^{(1)} & d_2^{(1)} & d_3^{(1)} \\ d_1^{(2)} & d_2^{(2)} & d_3^{(2)} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ d_1^{(16)} & d_2^{(16)} & d_3^{(16)} \end{pmatrix}$$

【0 0 7 3】

【数 2 0】

$$G = (R_s, G_s, B_s)^t$$

【0 0 7 4】

ただし、Dの要素 $d_k(j)$ ($k=1\sim3$ 、 $j=1\sim16$)は、基底関数を色票4の各パッチの分光反射率により展開した場合の展開係数である。

【0 0 7 5】

【数 2 1】

$$p_k(\lambda) = \sum_{j=1}^{16} d_k^{(j)} p_j(\lambda) \quad (k = 1 \sim 3)$$

【0 0 7 6】

こうして三刺激値算出装置 7 2 により算出された三刺激値 X Y Z は、モニタ入力信号算出装置 7 3 に出力される。モニタ入力信号算出装置 7 3 およびデータ補間装置 7 4、は第 1 の実施形態において説明したものと同様なので、説明は省略する。

【0 0 7 7】

以上のように構成された本実施形態の色再現システムでは、カラー画像処理装置 2' においてデジタルカメラ 1 の分光感度、等色関数、撮影照明光のスペクトル、観察照明光のスペクトルおよび被写体の分光反射率の統計データ（この例では基底関数 $p_k(\lambda)$ ($k = 1 \sim 3$)）から、観察照明光下における被写体の三刺激値を推定する色推定を行うに際して、被写体撮影信号に応じて統計データである基底関数 $p_k(\lambda)$ ($k = 1 \sim 3$) を切り替えて使用する、すなわち、被写体撮影信号に近い信号値を与える被写体の分光反射率データから基底関数 $p_k(\lambda)$ ($k = 1 \sim 3$) を算出することによって、より高精度な色推定を行うことが可能となる。

【0 0 7 8】

（その他の実施形態）

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、以下のように種々変形して実施することが可能である。

【0 0 7 9】

（1）第 1、第 2 の実施形態では、カラー撮影手段として RGB 3 チャンネルのデジタルカメラ 1 を用いたが、これに限られるものではなく、4 チャンネル以上のデジタルカメラにおいても適用可能である。

【0 0 8 0】

（2）第 1、第 2 の実施形態では、カラー画像出力手段として CRT モニタ 3

を用いたが、プロジェクタ等の他の表示装置や、プリンタ等のハードコピー出力装置に置き換えることも可能である。

【0081】

(3) 第1の実施形態では、被写体の分光反射率の統計データを撮影時にデジタルカメラの分光感度と撮影照明光スペクトルを用いて算出することを想定しているが、予め所定のデジタルカメラと撮影照明光スペクトルに対する相関行列データを算出して用いてもよい。

【0082】

(4) 第2の実施形態では、被写体と色票4の撮影を行う場合に、同一の撮影条件であればそれぞれ別々に撮影してもよいし、同時に1枚の画像として撮影して撮影後に被写体撮影信号と色票撮影信号とを切り出して用いてもよい。

【0083】

(5) 第2の実施形態においては、色票4に含まれるパッチの数は任意であるが、色票4に含まれるパッチの分光反射率により被写体分光反射率データベースの全分光反射率データを高精度に展開できることが望ましい。

【0084】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の色再現システムによれば、カラー撮影装置により被写体を撮影して得られた被写体撮影信号、あるいは被写体撮影信号とカラー撮影装置により分光反射率が既知の複数の対象物を撮影して得られた対象物撮影信号とから、被写体の分光反射率の統計データを先見情報として用いて、所定の照明光下における被写体の色を推定する場合に、被写体撮影信号に応じて統計データを切り替えて使用することによって、限られたバンド数のカラー撮像装置を用いた簡便なシステム構成により高精度に被写体の色推定を行うことができ、これにより正確な色再現を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態に係る色再現システムの構成を示すブロック図

【図2】

同実施形態における被写体分光反射率データベースの具体例を示す図

【図 3】

同実施形態における L U T データ算出装置の構成を示すブロック図

【図 4】

同実施形態におけるデータベース撮影信号の具体例を示す図

【図 5】

同実施形態におけるサンプル撮影信号とその最近傍の撮影信号の選択について説明するための概念図

【図 6】

図 3 における色変換 L U T 算出装置の構成を示すブロック図

【図 7】

図 6 におけるモニタ入力信号算出装置の構成を示すブロック図

【図 8】

図 6 におけるデータ補間装置の構成を示すブロック図

【図 9】

本発明の第 2 の実施形態に係る色再現システムの構成を示すブロック図

【図 1 0】

同実施形態における L U T データ算出装置の構成を示すブロック図

【図 1 1】

図 1 0 における色変換 L U T 算出装置の構成を示すブロック図

【符号の説明】

1 … デジタルカメラ（カラー撮影手段）

2, 2' … カラー画像処理装置

3 … C R T モニタ

1 1 … 色変換装置

1 2 … L U T データ記憶装置

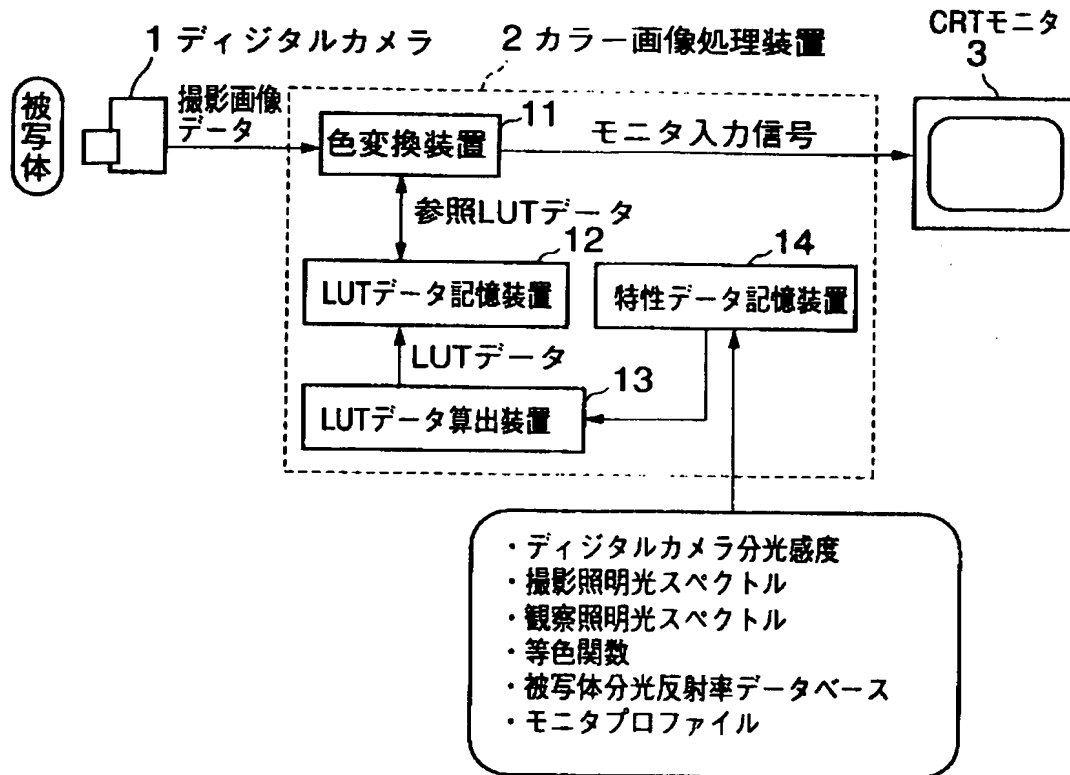
1 3, 1 5 … L U T データ算出装置

1 4, 1 6 … 特性データ記憶装置

【書類名】

図面

【図 1】

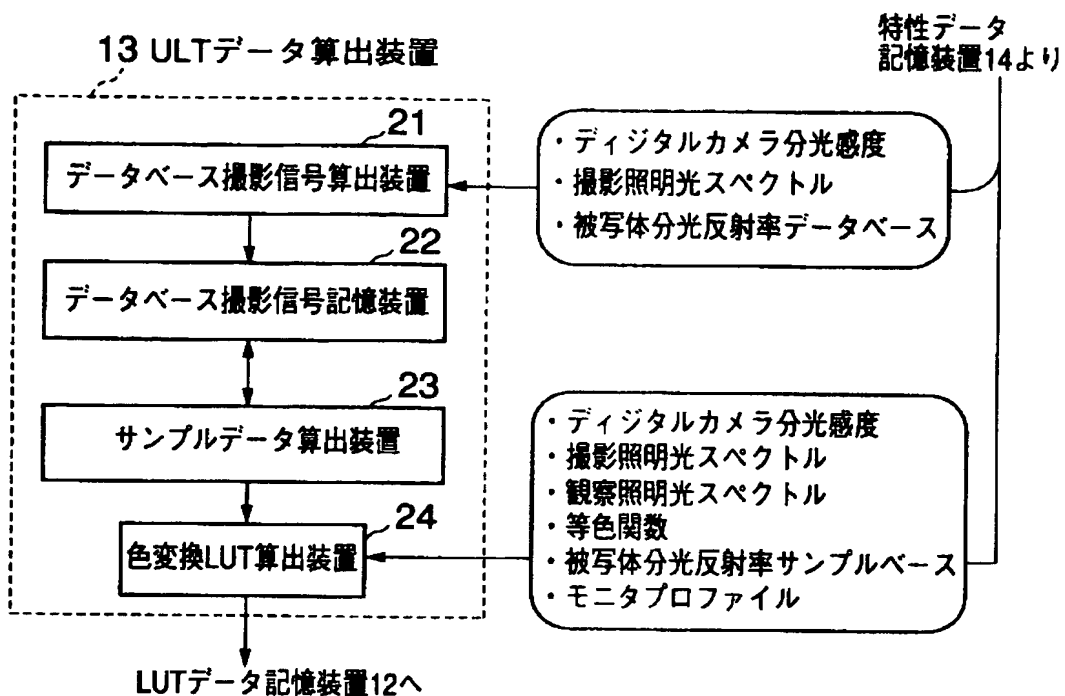


【図 2】

被写体分光反射率データベース

波長 \ 番号	1	2	...	1000
380	0.25	0.52		0.35
381	0.35	0.68		0.58
382	0.38	0.66		0.67
383	0.44	0.53		0.65
⋮	⋮	⋮	...	⋮
779	0.29	0.85		0.18
780	0.22	0.88		0.15

【図 3】



【図 4】

データベース撮影信号

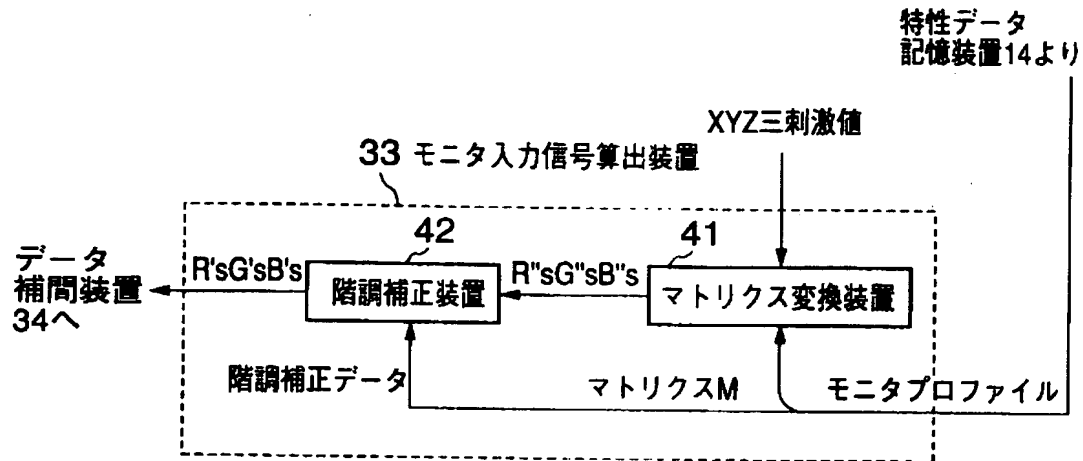
番号 波長	1	2	...	1000
R	25	65		25
G	56	38	...	13
B	33	121		28



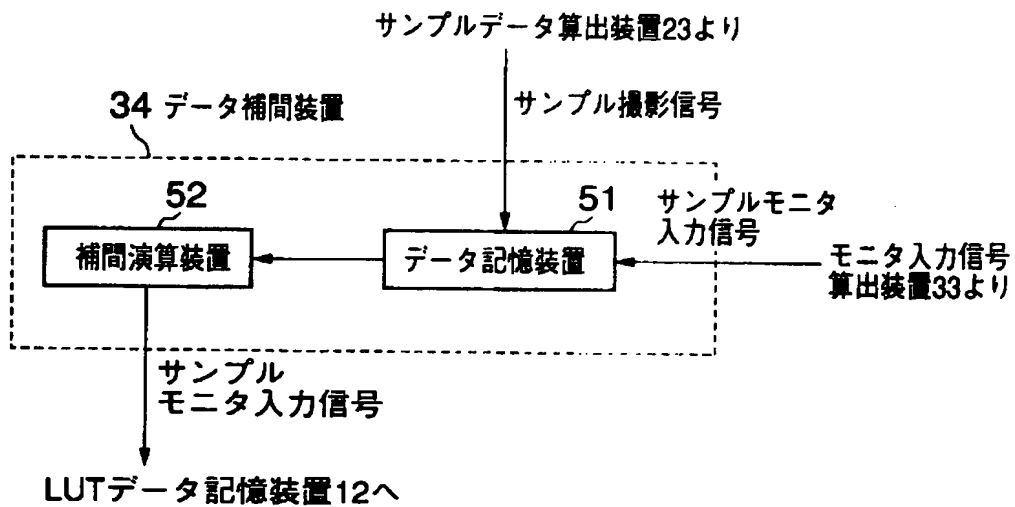
The diagram illustrates the internal structure of the color conversion LUT calculation device 24. It is divided into several functional blocks:

- Input/Output:**
 - 登録番号 (Registration Number):** Input to the correlation matrix calculation block (31).
 - サンプル撮影信号 (Sample Shooting Signal):** Input to the correlation matrix calculation block (31) and the sample input signal calculation block (33).
 - 被写体分光反射率サンプルデータ (Subject Spectral Reflectance Sample Data):** Input to the correlation matrix calculation block (31).
 - 特性データ記憶装置14より (From Characteristic Data Storage Device 14):** Provides **デジタルカメラ分光感度 (Digital Camera Spectral Sensitivity)**, **撮影照明光スペクトル (Shooting Illumination Light Spectrum)**, **観察照明光スペクトル (Observation Illumination Light Spectrum)**, and **等色関数 (Color Matching Functions)** to the tristimulus value calculation block (32).
 - モニタープロファイル (Monitor Profile):** Input to the monitor input signal calculation block (33).
- Processing Blocks:**
 - 31 相関行列算出装置 (Correlation Matrix Calculation Device):** Receives the registration number and subject data to output a **相関行列 (Correlation Matrix)** to block 32.
 - 32 三刺激値算出装置 (Tristimulus Value Calculation Device):** Receives the correlation matrix and various spectral data to output **XYZ三刺激値 (XYZ Tristimulus Values)** to block 33.
 - 33 モニタ入力信号算出装置 (Monitor Input Signal Calculation Device):** Receives XYZ tristimulus values and the monitor profile to output a **モニタ入力信号 (Monitor Input Signal)** to block 34.
 - 34 サンプルモニタ入力信号 (Sample Monitor Input Signal):** The output of block 33, which is then used by block 34.
- Data Flow:**
 - The **サンプルモニタ入力信号 (Sample Monitor Input Signal)** is processed by block 34 to generate the **LUTデータ (LUT Data)**, which is then stored in the **LUTデータ記憶装置12 (LUT Data Storage Device 12)**.

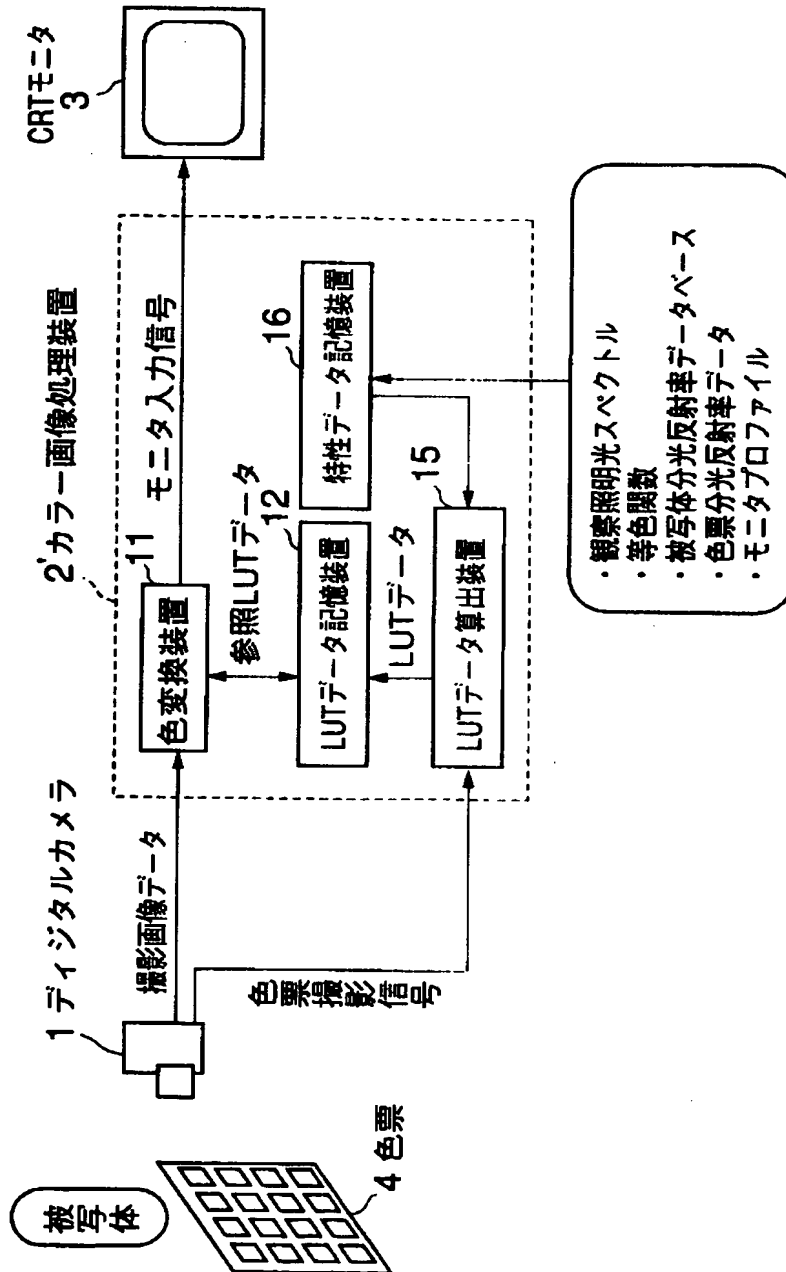
【図 7】



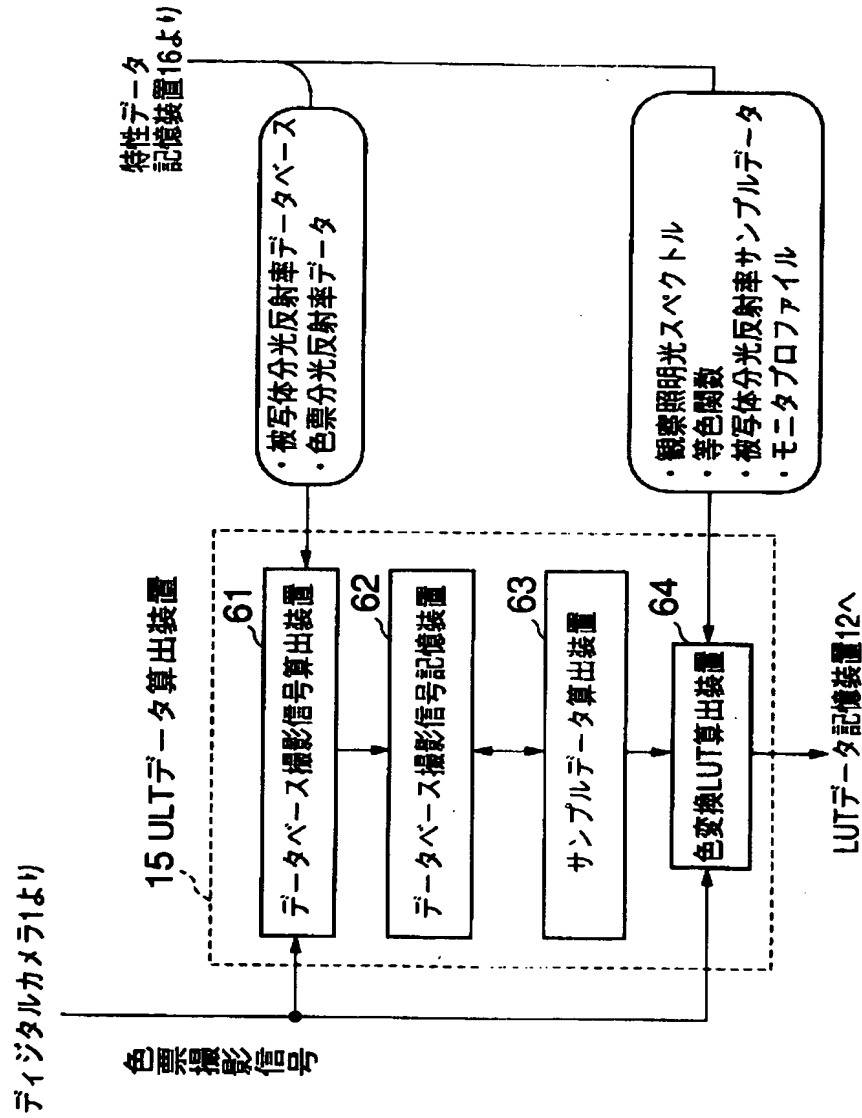
【図 8】



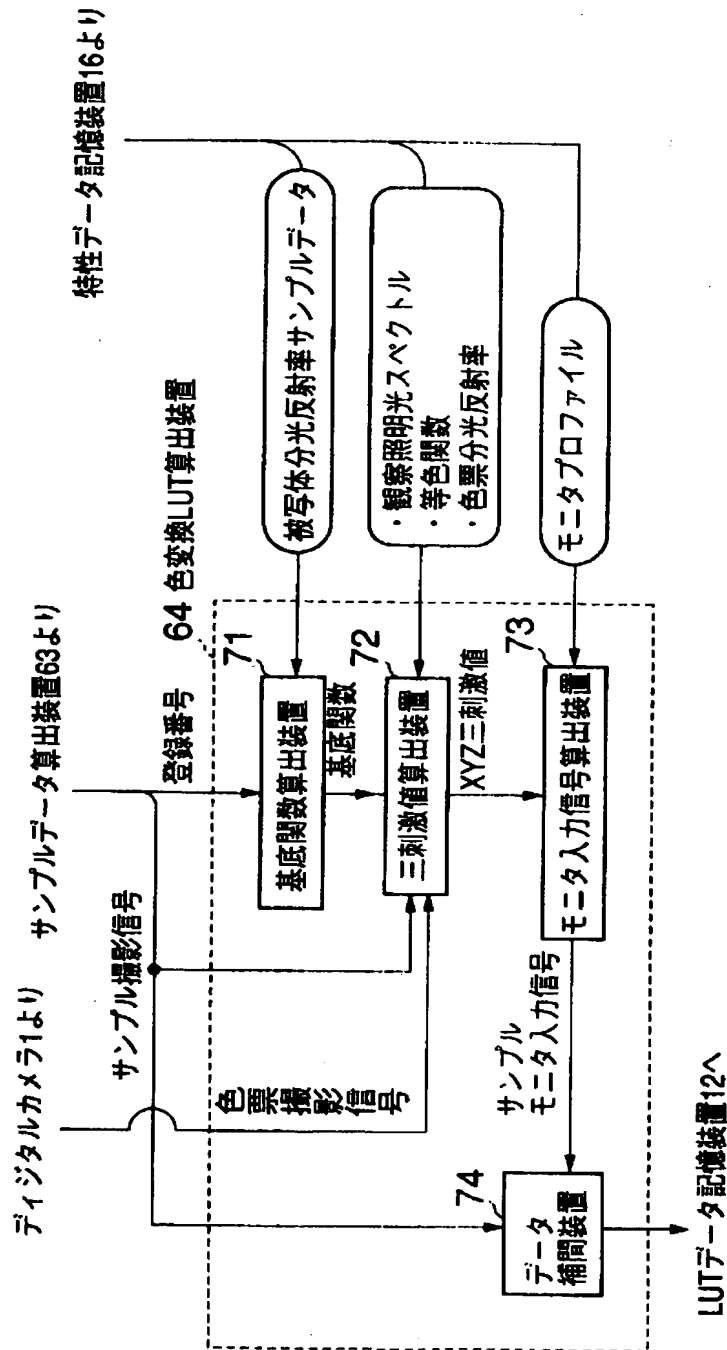
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】限られたバンド数のカラー撮影装置を用いて被写体の色を高精度に推定できる色再現システムを提供する。

【解決手段】デジタルカメラ 1 により被写体を撮影して得られた被写体撮影信号を入力して、デジタルカメラ 1 の分光感度、等色関数、撮影照明光のスペクトル、観察照明光のスペクトルおよび被写体の分光反射率の統計データから、観察照明光下における被写体の三刺激値を推定する色推定を行う画像処理装置 2 を有し、画像処理装置 2 は被写体撮影信号に応じて被写体の分光反射率の統計データを切り替えて使用する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日	1990年 8月20日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
氏 名	オリンパス光学工業株式会社